

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 64-067043

(43)Date of publication of application : 13.03.1989

(51)Int.Cl.

H04B 9/00
H01S 3/103

(21)Application number : 62-222936

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 08.09.1987

(72)Inventor : SARUWATARI MASATOSHI
TAKADA ATSUSHI

(54) GENERATING DEVICE FOR VERY HIGH SPEED LIGHT PULSE TRAIN

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a light pulse train of a repetitive frequency limitation and a very high speed transformation limitation which avoids a chirping characteristic by segmenting disconnectedly in equal distance bright line spectra of the light pulse train by using an optical filter having a periodic spectral characteristic with frequency that is an integral multiple of the repetition frequency.

CONSTITUTION: A mode synchronizing pulse holds many bright line spectra (vertical modes) of a frequency interval of F_0 . A light pulse train is guided to a light filter 2 having a periodic transmission characteristic of $2f_0$ on a light frequency through an optical lens system or an optical fiber. The light filter 2 hold a function to thin out every other bright line spectra of the incident light pulse, to make one pass and to make another reflect.

Consequently, light transmitted or reflected by the light filter 2 is made into light having spectra whose spectrum interval is $2f_0$ and spectrum width is equal to that of a former envelope, that is to say, whose pulse time width is constant and which satisfies the relation of the transformation limitation. Thus, the former light pulse train of the repetition of f_0 can be converted into light pulse trains of two system trains and two-fold repetitive $2f_0$.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A)

昭64-67043

⑫ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和64年(1989)3月13日

H 04 B 9/00
H 01 S 3/103

Y-8523-5K
7377-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 超高速光パルス列発生装置

⑮ 特 願 昭62-222936

⑯ 出 願 昭62(1987)9月8日

⑰ 発 明 者 猿 渡 正 俊 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑱ 発 明 者 高 田 篤 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

⑳ 代 理 人 弁理士 白水 常雄 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

超高速光パルス列発生装置

2. 特許請求の範囲

(1) 繰り返し光パルス列を発生させるモード同期レーザ装置からの光パルス列の輝線スペクトルを、繰り返し周波数の整数倍の周期的なスペクトル特性を有する光フィルタを用いて、飛び飛びに等しい間隔で切り出すことを特徴とする超高速光パルス列発生装置。

(2) 前記光フィルタが、光パルス列の繰り返し周波数 f_0 の 2^N (N :整数)倍の周期的スペクトル特性を有する光フィルタを複数個用いて個々の周波数周期が $2f_0$, 2^2f_0 , ..., 2^Nf_0 の順になるように多段に接続して構成されることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の超高速光パルス列発生装置。

(3) 前記光フィルタが、周波数間隔が等しく中心

周波数が該間隔の半分だけずれた2系列の光に分波できるように構成されていることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項又は第(2)項記載の超高速光パルス列発生装置。

(4) 前記光フィルタとして光パルス列の繰り返し周波数 f_0 の N 倍の周期的スペクトル特性を有する光フィルタを用いて、 $N-1$ 個おきに上記光パルス列の輝線スペクトルを切り出すように構成されていることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の超高速光パルス列発生装置。

(5) 前記光フィルタが、透過帯域が光パルス幅の逆数以上で阻止域の透過率が十分低くなる適当な Q 値を有するように構成されていることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項又は第(4)項記載の超高速光パルス列発生装置。

3. 発明の詳細な説明

(1) 発明の技術分野

本発明は、超高速光伝送や超高速光信号処理等に使用される超高速の光パルス列の発生装置に関

するものである。

(2) 従来技術とその問題点

従来、高速の繰り返しを有する光パルス列の発生法としては、① レーザのモード同期法、② 半導体レーザに適用されているゲインスイッチ法、等が考えられている。①としては主に固定レーザやガスレーザで用いられており、レーザ共振器長を l とすると $c/2l$ の縦モード間隔の繰り返しパルスが得られるものであるが、繰り返しの上限が共振器長 l やレーザ媒質の利得幅で制限され、現実には100~200MHz程度の繰り返し周波数のパルスしか得られず、レーザ装置、すなわち共振器長 l でそのその繰り返し周波数は固定される欠点がある。

②は半導体レーザの利得が注入電流で制御できることを利用したもので、高周波の大振幅電流を用いて、10GHz程度の高速の繰り返し周波数の光パルスが得られる。しかし、半導体レーザは利得の変化に伴い屈折率の変化が誘起されるので、得られる光パルスには光周波数の変動が生じ、所謂

チャープ特性を示す。従って、光パルスは周波数と時間とのフーリエ変換で関係づけられる理想的なトランスフォーム制限の光パルスとはならず、光ファイバ内を伝搬すると、パルス幅で定まる所要帯域を満たしていても、光パルス波形の劣化が生じる。また、繰り返し周波数は半導体レーザの電気的な周波数特性で制限を受けるため、その繰り返し周波数には基本的に上限がある。従って、将来の超高速光伝送システムを開発するには、超高速の繰り返し周波数で、理想的なトランスフォーム制限の光パルスを発生させる技術が不可欠になる。

(3) 発明の目的

本発明は、上記の点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、前記の如き光パルス発生法における繰り返し周波数制限やチャープ特性を回避した超高速のトランスフォーム制限の光パルス列を発生させる超高速光パルス列発生装置を提供するものである。

(4) 発明の構成

以下図面を用いて本発明を詳細に説明する。

本発明の超高速光パルス列発生装置の構成原理図を図1(a)に示す。入力光パルス列1は装置の共振器長で決まる f_0 の繰り返しを有するモード同期レーザパルスである。モード同期パルスはよく知られているように、図1(b)の(i)に示した f_0 の周波数間隔の多数の縦線スペクトル(縦モード)を有している。縦線スペクトルの包絡線の幅はモード同期パルスのパルス幅の逆数に対応する。なお、パルス幅自体はトランスフォーム制限の関係を満たすものである。光パルス列1は光学レンズ系または光ファイバを通して、光周波数上で $2f_0$ の周期的透過特性を有する光フィルタ2に導かれる。光フィルタ2は入射した光パルスの縦線スペクトルを一個おきに間引き、片方を通過させ、他方を反射させる機能を有する。従って、光フィルタ2で透過又は反射された光は、スペクトル間隔が $2f_0$ でもとの包絡線と等しいスペクトラム幅即ち、パルス時間幅が不変でトランスフォーム制限の関係を満たすスペクトルを有する光となる。図1(b)

の(ii)(iii)(iv)に光フィルタの周波数特性及びそれぞれの反射又は透過された光スペクトル特性の様子を示した。分割されたそれぞれの光は、フーリエ変換の原理から、入力光パルスの二倍の繰り返し $2f_0$ の光パルス列3及び4となる。但し、光フィルタでは個々の縦モードに対して、周波数の差異による分散が生じないようにする必要がある。本発明の原理によれば、もとの f_0 の繰り返しの光パルス列を、2系列(3及び4)で2倍の繰り返し $(2f_0)$ の光パルス列に変換することができ、しかも全体としては光エネルギーの損失がない。また、原理から明らかなように、 $2^n f_0$ の周期的透過特性を有する光フィルタを多段(初段: $n=1$, 2段: $n=2$, ..., N段: $n=N$)に組み合わせれば、光の損失なしに 2^n 系列の $2^n f_0$ の高速繰り返しの光パルス列を得ることができる。なお、縦モードを $(N-1)$ 個おきに切り出せば、一段で Nf_0 の繰り返しパルス列を得ることもできる。

(実施例1)

図2に本発明の一実施例を示す。11は半導体レ

ーザまたは通常の気体、固体レーザの如きモード同期レーザ光源で f_0 の繰返し周波数、 ΔL のスペクトル幅（包絡線の幅）を有する。ここで、モード同期レーザパルスはトランスフォーム制限の関係を満たしている。光パルス列1は光学系により透過（反射）特性が $2f_0$ の周期の第一の光フィルタ21に導かれる。光フィルタ21としては2個の偏光ビームスプリッタ（211、213）の間に複屈折媒質（212）を挿入した複屈折フィルタ（周期は c/LB （但し、 L ：媒質長、 B ：複屈折）で与えられる）、又は2個の3dBカップラ（214、215）と光遅延回路（216）で構成された2ポートの出力端子を有するマッハツェンダ形干渉計（周期は $c/n\Delta L$ （但し、 ΔL ：光路長差、 n ：屈折率）で与えられる）を使用する。これらの光フィルタの出力側の2個のポートは、中心周波数が f_0 だけずれた $2f_0$ 周期の周波数特性を有している（図2(b)の(3)(4)）ので、 f_0 の繰返しの光パルス列は $2f_0$ の繰返しの二系列の光パルス列となる。なお、 f_0 の調整は L または ΔL の値を選択することで実

現できる。このほか、光フィルタ21としてはファブリペロエタロン（干渉計）、マイケルソン干渉計、リング干渉計等、各種の同期形フィルタが適用できる。また、その構成素子としては、光ファイバ自身の光路長を用いたもの、偏波保持光ファイバの複屈折による偏波分散を利用したもの、結晶やガラス基板上に形成した光導波路を用いたものが利用できる。

（実施例2）

図3は本原理を多段に組み合わせた本発明の一実施例である。光パルス列1は図2(a)と同じ条件である。ここで、光フィルタ21、22($22-1$ 、 $22-2$)、……、 $2N$ ($2N-1$ 、 $2N-2$ 、……、 $2N-2^{N-1}$)はその周波数間隔が $2f_0$ 、 2^2f_0 、……、 2^Nf_0 となるように設定してある。これは、図2(a)の複屈折フィルタを例にとると、その周波数特性の周期が $c/2LB$ となるので、各光フィルタの L を前段の半分に選べばよい。また、マッハツェンダ形干渉計の場合は、実効的な光路差： $n\Delta L$ を前段の半分にすれば良い。この構成により、 2^N 系列の 2^Nf_0

の繰返しを有する光パルス列が得られる。なお、本実施例で得られた各パルス列は、 f_0 の源信号パルスを過倍したものに相当するので、すべて同期がとれていると言う特徴がある。

このほか、初段の光フィルタとして、 2^Nf_0 の周波数間隔のみを切り出せば、一段で直接 2^Nf_0 の繰返しの光パルス列を得ることも可能である。これに適用できる光フィルタとしては透過帯域幅と周波数間隔の比を小さくして、透過中心周波数間にある 2^N-1 個の縦モードスペクトルを取り除かなければならない。例えば、Q値の大きなファブリペロ干渉計、リオ型フィルタ、リング共振器などが適する。

（実施例3）

図4は本発明の他の一実施例であり、一段の光フィルタで f_0 の入射信号パルス列を $n f_0$ の繰返しに過倍させるものである。光パルス列1は図2(a)、3と同じ条件である。ここでは、光フィルタとしてファブリペロ共振器を使用して、源信号の繰返しの3倍の周波数間隔で切り出している。

ファブリペロ共振器のQ値は共振器鏡28、29の反射率で選択できるので、光パルスの波形がなまらない程度の帯域を有し、阻止域の抑圧ができるQ値の条件を選べば良い。なお、反射された光は $n f_0$ の繰返してパルスが欠落した特性を示す。

(5) 発明の効果

以上説明したように、本発明によれば、 f_0 の繰返しモードロックレーザからの光パルス列を、光フィルタなどの所謂光受動素子だけでN倍の繰返しに高めることができるので、従来、電子回路やレーザ装置の共振器長で制限されていたモード同期レーザの繰返し周波数を大幅に改善することができる。また、トランスフォーム制限の高速パルス列が得られるので、光ファイバによる余分な帯域制限を回避することができる。さらに、同時に複数の系列の同期のとれた光パルス列が得られるので、一つのレーザ装置から多数の光搬送波が得られる利点がある。

4. 図面の簡単な説明

図 1 (a)(b) は本発明の原理を示す構成原理図及び波形図、図 2 (a)(b) は 2 倍の繰り返しに選倍する本発明の一実施例のブロック図及び動作説明用波形図、図 3 は光フィルタを多段に接続した本発明の他の一実施例を示す波形図を含むブロック図、図 4 は N 倍の繰り返しに選倍する本発明の他の一実施例を示す波形図を含むブロック図である。

1 … 入射光パルス列、 2 … 光フィルタ、
3, 4 … 選倍されたパルス列、 11 … モード同期レーザ光源、 21 … 初段の光フィルタ、
211, 213 … 偏光ビームスプリッタ、 212 … 複屈折媒質、 214, 215 … 3 dB カップラ、 22-1, 22-2 … 二段目の光フィルタ、 $2N-1$, $2N-2^{*}-1$ … N 段目の光フィルタ、 20 … ファブリペロ形光フィルタ、 28, 29 … 共振器鏡。

特許出願人 日本電信電話株式会社
代理人 弁理士 白水 常雄
外 1 名

図 2 (b)

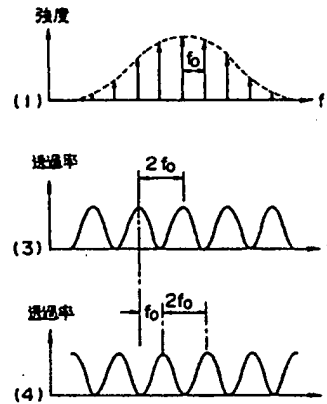
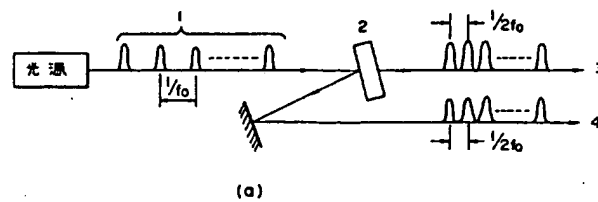


図 1



(a)

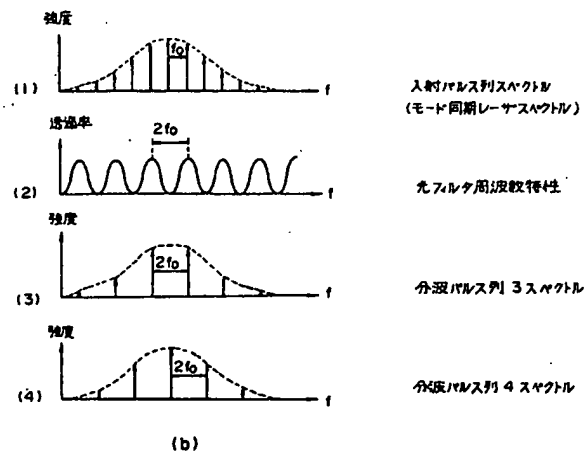


図 2 (a)

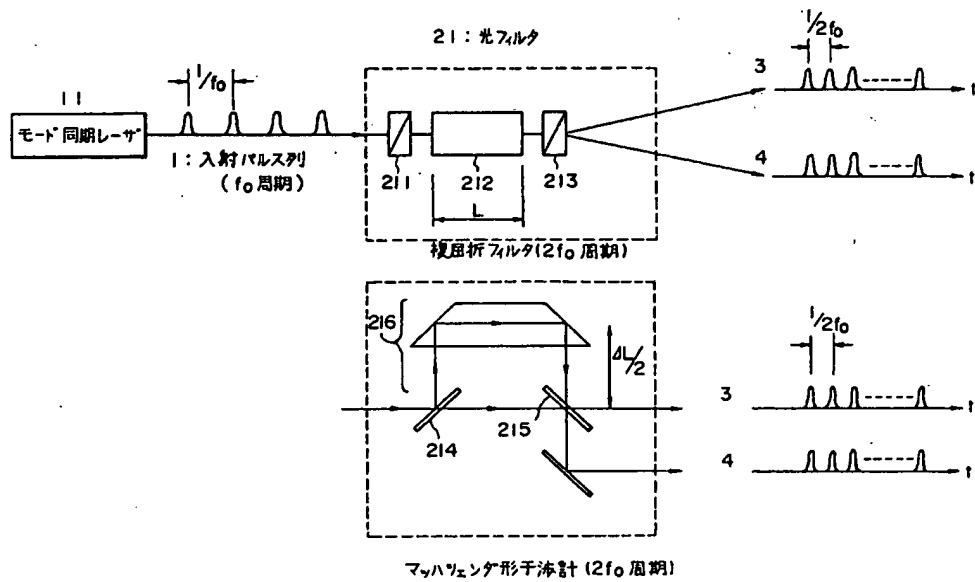


図 3

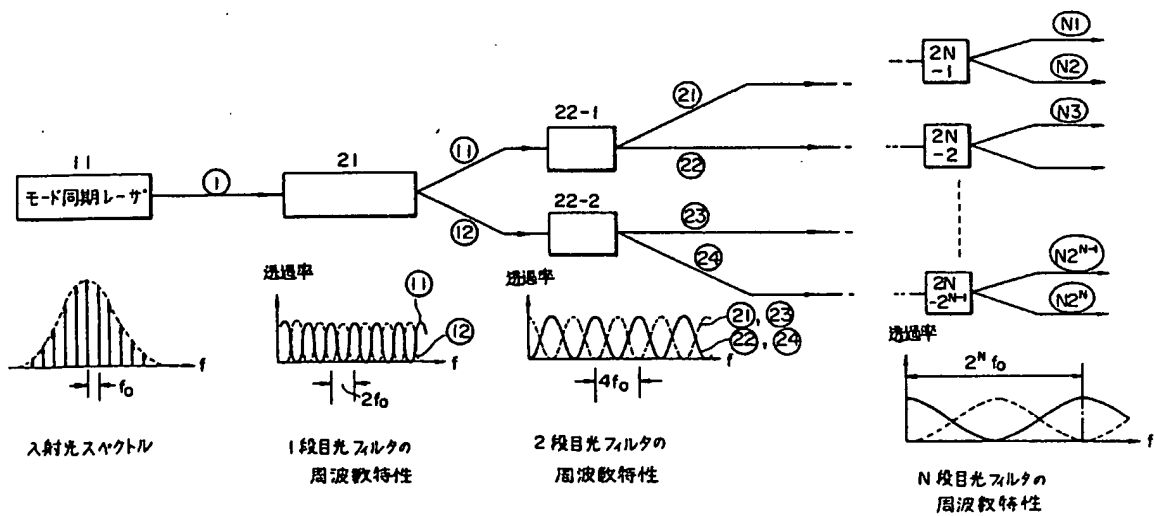


図 4

